



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 615 471 B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- ④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift: 16.08.95      ⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>: B06B 1/06, H04R 17/00
- ②① Anmeldenummer: 93920823.7
- ②② Anmeldetag: 24.09.93
- ⑥⑥ Internationale Anmeldenummer:  
PCT/EP93/02605
- ⑥⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer:  
WO 94/07615 (14.04.94 94/09)

### ⑤④ SCHALL- ODER ULTRASCHALLWANDLER.

- |   |   |
|---|---|
| ③③ Priorität: 02.10.92 DE 4233256   | ⑦③ Patentinhaber: ENDRESS + HAUSER GMBH + CO.<br>Hauptstrasse 1<br>Postfach 1261<br>D-79689 Maulburg (DE)       |
| ④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br>21.09.94 Patentblatt 94/38                      | ⑦② Erfinder: FLÖGEL, Karl<br>Blasistrasse 42<br>D-79650 Schopfheim (DE)   |
| ④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die<br>Patenterteilung:<br>16.08.95 Patentblatt 95/33 | ⑦④ Vertreter: Leiser, Gottfried, Dipl.-Ing. et al<br>Prinz & Partner,<br>Manzingerweg 7<br>D-81241 München (DE) |
| ⑥④ Benannte Vertragsstaaten:<br>CH DK ES FR GB IT LI NL SE                                |   |
| ⑥⑥ Entgegenhaltungen:<br>FR-A- 2 325 266<br>US-A- 3 360 665<br>US-A- 4 433.399            |   |

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schall- oder Ultraschallwandler mit einer runden Piezokeramikscheibe, die zu Radialschwingungen anregbar ist, und mit einem die Piezokeramikscheibe umgebenden Metallring.

Bei einem Schall- oder Ultraschallwandler mit einer zu Radialschwingungen anregbaren Piezokeramikscheibe ist die Betriebsfrequenz üblicherweise die Radialresonanzfrequenz der Piezokeramikscheibe, die durch die Abmessungen der Piezokeramikscheibe bestimmt ist. Der Durchmesser der Piezokeramikscheibe bestimmt auch die Größe der Schallabstrahlfläche, die für den Öffnungswinkel des erzeugten Schallstrahls maßgeblich ist. Bei einem aus der DE-B-25 41 492 bekannten Ultraschallwandler der eingangs angegebenen Art ist zur Verringerung des Öffnungswinkels bei gegebenen Abmessungen der Piezokeramikscheibe auf die eine Stirnfläche der Piezokeramikscheibe eine als Anpaßschicht dienende Schaumstoffplatte aufgeklebt, die eine wesentlich größere Flächenabmessung als die Piezokeramikscheibe hat. Der überstehende Bereich der Schaumstoffplatte ist mit dem die Piezokeramikscheibe umgebenden Metallring verbunden, der als Beschwerungsring dient, damit die Grenzfläche zwischen dem Beschwerungsring und der Piezokeramikscheibe eine Knotenfläche darstellt, die beim Betrieb des Ultraschallwandlers nahezu in Ruhe bleibt. Dadurch wird erreicht, daß die freie Stirnfläche der Anpaßschicht in ihrer vollen Größe nahezu gleichphasig schwingt. Damit der Metallring diese Wirkung eines Beschwerungsringes ergibt, darf er die Piezokeramikscheibe nicht berühren. Bei diesem bekannten Ultraschallwandler ist zwar die Schallabstrahlfläche gegenüber der Fläche der Piezokeramikscheibe vergrößert, die Betriebsfrequenz ist aber weiterhin durch den Durchmesser der Piezokeramikscheibe bestimmt. Eine Verringerung der Betriebsfrequenz kann nur durch Verwendung einer größeren Piezokeramikscheibe erreicht werden.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Schall- oder Ultraschallwandlers der eingangs angegebenen Art, der bei gegebenen Abmessungen der Piezokeramikscheibe eine gegenüber der Radialresonanzfrequenz der Piezokeramikscheibe verringerte Betriebsfrequenz aufweist.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß der Metallring die Mantelfläche der Piezokeramikscheibe form- und kraftschlüssig umschließt, so daß er mit dieser einen Radialschwinger bildet.

Bei dem Schall- oder Ultraschallwandler nach der Erfindung ist der Metallring mit der Piezokeramikscheibe für Radialschwingungen fest gekoppelt, so daß die beiden Teile ein in Radialschwingungen

gemeinsam schwingendes Masse-Feder-Element bilden. Die Gesamtfläche des so gebildeten Radialschwingers wirkt als Abstrahlfläche, die mit einer im wesentlichen Gauß'schen Amplitudenverteilung vollkommen gleichphasig schwingt, so daß ein kleiner Öffnungswinkel des Schallstrahls ohne störende Nebenkeulen erzielt wird. Die Radialresonanzfrequenz dieses Radialschwingers ist jedoch niedriger als die Radialresonanzfrequenz der Piezokeramikscheibe; sie ist von den Abmessungen des Metallrings abhängig. Es ist daher möglich, durch entsprechende Bemessung des Metallrings unter Verwendung gleicher Piezokeramikscheiben Schall- oder Ultraschallwandler mit unterschiedlichen Betriebsfrequenzen herzustellen.

Vorzugsweise ist der Metallring mit der Piezokeramikscheibe durch Aufschumpfen verbunden.

In üblicher Weise kann auf die eine Stirnfläche des von der Piezokeramikscheibe und dem Metallring gebildeten Radialschwingers eine Anpaßschicht aufgebracht sein.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Schall- oder Ultraschallwandler nach der Erfindung,

Fig. 2 die Amplitudenverteilung über die Abstrahlfläche des Schall- oder Ultraschallwandlers von Fig. 1,

Fig. 3 die Frequenzkennlinie der Piezokeramikscheibe des Schall- oder Ultraschallwandlers von Fig. 1 und

Fig. 4 die Frequenzkennlinie des ganzen Schall- oder Ultraschallwandlers von Fig. 1.

Der in Fig. 1 dargestellte Schall- oder Ultraschallwandler besteht aus einer runden Piezokeramikscheibe 10, auf deren beiden Stirnflächen Metallelektroden 12, 14 angebracht sind. Die Piezokeramikscheibe 10 ist von einem Metallring 16 umgeben, der in kraft- und formschlüssiger Verbindung mit der Mantelfläche der Piezokeramikscheibe steht. Der Metallring 16 kann mit der Piezokeramikscheibe 10 beispielsweise durch Aufschumpfen verbunden sein, d.h., daß er in erwärmtem Zustand um die Piezokeramikscheibe gelegt wird und beim Abkühlen die Piezokeramikscheibe fest umschließt. Der Metallring 16 besteht beispielsweise aus Aluminium.

Wenn an die Elektroden 12 und 14 eine Wechselspannung angelegt wird, wird die Piezokeramikscheibe 10 zu Radialschwingungen angeregt. Infolge der engen Kopplung mit dem Metallring 16 werden diese Radialschwingungen auf den Metallring übertragen, so daß sich das ganze Gebilde wie ein einziger Radialschwinger verhält. Durch eine auf die eine Stirnfläche der Piezokeramikscheibe

10 und des Metallrings 16 aufgebrachte Anpaßschicht 18, deren Dicke einer Viertelwellenlänge der erzeugten Schall- oder Ultraschallwelle entspricht, wird erreicht, daß die erzeugte Schall- oder Ultraschallwelle im wesentlichen nur auf dieser Seite abgestrahlt wird.

Fig. 2 zeigt die Amplitudenverteilung der Schwingungen über die ganze Fläche des aus der Piezokeramikscheibe 10 und dem Metallring 16 bestehenden Radialschwingers. Die Amplitudenverteilung entspricht weitgehend der erwünschten Gauß'schen Verteilung. Die Schwingungen sind über die ganze Fläche gleichphasig, so daß ein Strahlungsdiagramm ohne störende Nebenkeulen erhalten wird, dessen Öffnungswinkel durch die Gesamtfläche des Radialschwingers bestimmt ist.

Fig. 3 zeigt die Frequenzkennlinie der Piezokeramikscheibe 10, wobei die Radialresonanzfrequenz mit  $f_R$  bezeichnet ist. Fig. 4 zeigt im gleichen Maßstab die Frequenzkennlinie des aus der Piezokeramikscheibe 10 und dem Metallring 16 gebildeten Radialschwingers. Es ist zu erkennen, daß dieser Radialschwinger im wesentlichen das gleiche Frequenzverhalten wie die Piezokeramikscheibe 10 hat, wobei jedoch die Radialresonanzfrequenz wesentlich niedriger ist; sie liegt zwischen der Radialresonanzfrequenz der Piezokeramikscheibe 10 und der Radialresonanzfrequenz des Metallrings 16. Durch entsprechende Bemessung des Metallrings 16 ist es daher möglich, unter Verwendung der gleichen Piezokeramikscheibe 10 eine gewünschte niedrigere Radialresonanzfrequenz einzustellen.

Die Diagramme von Fig. 2, 3 und 4 lassen erkennen, daß sich der aus der Piezokeramikscheibe 10 und dem Metallring 16 bestehende Radialschwinger hinsichtlich Amplitudenverteilung, Phasenverteilung und Frequenz wie eine Piezokeramikscheibe verhält, die einen größeren Durchmesser als die Piezokeramikscheibe 10 hat.

#### Patentansprüche

1. Schall- oder Ultraschallwandler mit einer runden Piezokeramikscheibe (10), die zu Radialschwingungen anregbar ist, und mit einem die Piezokeramikscheibe umgebenden Metallring (16), dadurch gekennzeichnet, daß der Metallring die Mantelfläche der Piezokeramikscheibe form- und kraftschlüssig umschließt, so daß er mit dieser einen Radialschwinger bildet.
2. Schall- oder Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallring (16) mit der Piezokeramikscheibe (10) durch Aufschumpfen verbunden ist.

3. Schall- oder Ultraschallwandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallring (16) aus Aluminium besteht.

4. Schall- oder Ultraschallwandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die eine Stirnfläche des von der Piezokeramikscheibe (10) und dem Metallring (16) gebildeten Radialschwingers eine Anpaßschicht (18) aufgebracht ist.

#### Claims

1. A sonic or ultrasonic transducer comprising a circular piezo-ceramic disk (10) capable of being excited to radial oscillations, and a metal ring (16) surrounding the piezo-ceramic disk, characterised in that the metal ring embraces in tight close fitting relationship the circumferential surface of the piezo-ceramic disk to form a radial oscillator in conjunction with the disk.
2. A sonic or ultrasonic transducer according to claim 1, characterised in that the metal ring (16) is secured to the piezo-ceramic disk (10) by having been shrunk on.
3. A sonic or ultrasonic transducer according to claim 1 or 2, characterised in that the metal ring (16) is composed of aluminium.
4. A sonic or ultrasonic transducer according to any one of the preceding claims, characterised in that an adaptive layer (18) is applied onto the one end face of the radial oscillator formed by the piezo-ceramic disk (10) and the metal ring (16).

#### Revendications

1. Transducteur acoustique ou à ultrasons comprenant un disque rond (10) en piézocéramique qui peut être excité par des vibrations radiales, et comprenant un anneau métallique (16) entourant le disque en piézocéramique, caractérisé en ce que l'anneau métallique (16) entoure par sureté de forme et par action de force la surface latérale du disque en piézocéramique, de sorte que l'anneau métallique constitue, avec ce disque, un vibreur radial.
2. Transducteur acoustique ou à ultrasons selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'anneau métallique (16) est relié par thermoformage au disque (10) en piézocéramique.

3. Transducteur acoustique ou à ultrasons selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'anneau métallique (16) est en aluminium.
4. Transducteur acoustique ou à ultrasons selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une couche adaptative (18) est appliquée sur une face frontale du vibreur radial constitué par le disque (10) en piézocéramique et par l'anneau métallique (16).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

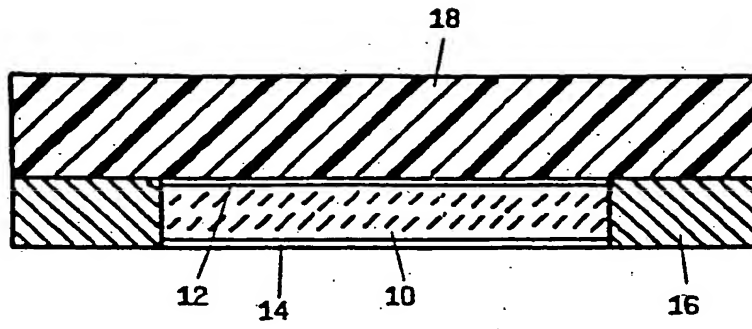


Fig.1



Fig. 2

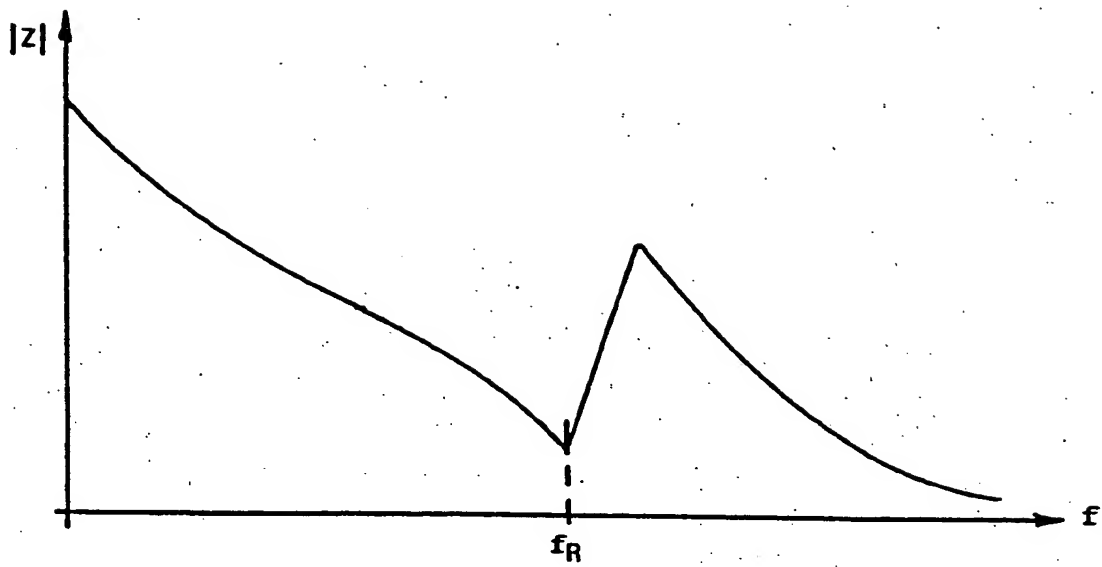


Fig. 3

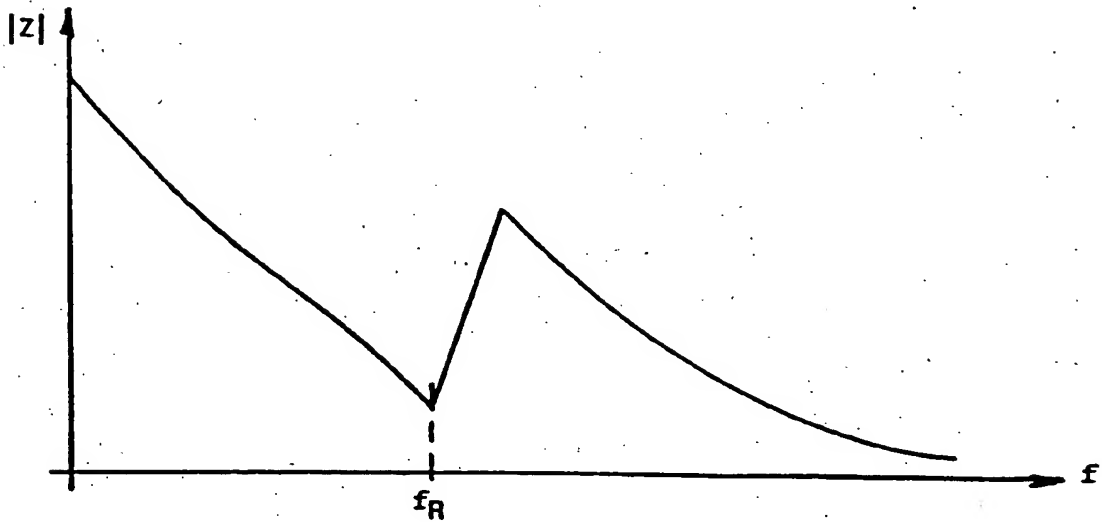


Fig. 4